

아크릴산 함량 및 무기물 충전제가 UV 경화형 아크릴 접착테이프의 물성에 미치는 영향

김동복[†]

광에너지소재연구센터, 단국대학교 고분자시스템공학과
(2012년 10월 19일 접수, 2012년 11월 16일 수정, 2012년 11월 16일 채택)

Effect of Acrylic Acid Contents and Inorganic Fillers on Physical Properties of Acrylic Pressure Sensitive Adhesive Tape by UV Curing

Dong-Bok Kim[†]

Center for Photofunctional Energy Materials, Dept. of Polymer Science and Engineering, Dankook University,
#126 Jukjeon-dong, Sugi-ku, Yongin-si, Gyeonggi-do 448-701, Korea

(Received October 19, 2012; Revised November 16, 2012; Accepted November 16, 2012)

초록: 아크릴 접착테이프는 자동차, 전기전자 및 디스플레이 모듈 접합에 사용된다. 본 연구는 이러한 모듈 접합에 사용되는 고강도 준구조형 접착테이프 제조를 위해 2-ethylhexylacrylate(2-EHA)와 acrylic acid(AAC)를 사용하여 UV 조사에 의한 광중합 및 접착테이프 제조를 위해 광경화를 진행하였고, AAC의 함량 및 무기물 충전제 SiO₂ 함량에 따라 아크릴 접착테이프의 물성에 미치는 영향을 고찰하였다. 공단량체로 사용된 AAC의 함량이 많을수록 아크릴고분자 사슬의 강직성이 증가하여 초기 접착력이 낮았고, 시간경과에 따라 접착력이 증가하였으며 테이프의 젖음성, 접촉각 및 SEM 이미지를 통해 확인할 수 있었다. 충전제를 첨가하지 않은 접착테이프의 박리강도와 전단접착강도는 반비례 관계였으나 충전제를 첨가하면 함량 증가에 따라 박리강도 증가와 함께 전단접착강도가 증가하는 비례관계를 보였다. 이러한 상관관계로부터 고강도 준구조형 접착물성을 필요로 하는 용도에 최적화된 아크릴 접착테이프를 제시할 수 있었다.

Abstract: Acrylic pressure sensitive adhesive (PSA) tapes were used for the automotive, the electrical and the electronic industries and the display module junction. In this study, the manufacture of high-strength structural tape used 2-ethylhexyl acrylate (2-EHA) and acrylic acid (AAC), and UV irradiation for photo-polymerization, and the semi-structural properties of acrylic PSA tape with the AAC content and inorganic filler SiO₂ content were investigated. The initial adhesion strength was lowered by the rigidity of molecule chains due to the use of AAC, and the adhesion strength increased with increasing wetting time. The wettability, contact angle, and SEM images of PSA tapes with various contents of AAC were determined. Without filler, the peel strength and dynamic shear strength of PSA tape showed inverse correlation but the peel strength and dynamic shear strength increased with increasing filler content. From these correlations the PSA tapes could be optimized for the applications requiring high performance.

Keywords: UV curing, pressure-sensitive adhesive, acrylic acid, inorganic filler, adhesion strength.

서 론

최근들어 소재의 다양화, 경량화에 따른 원가절감을 위해 접합공정의 간소화에 대한 연구가 실제 응용분야에서 많이 연구되고 있다. 산업 전반에 사용되어온 동종 또는 이종의 재료를 접합하는 방법은 볼트, 리벳 및 접착제에 의한 방법이 사용되어 왔다. 자동차 부품조립, 전기/전자 제품조립, 디스플레이

레이 모듈조립 등이 이러한 분야에 해당되며 기존의 접합방법을 사용하면 접합 후 불량 또는 품질검사에 의한 재작업이 어렵고 최소 2-3개의 개별 단위 공정을 거치기에 공정시간을 단축시킬 수 없는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하는 방안이 접착제의 사용이다.^{1,2}

접착제는 일반적으로 용제가 포함된 고분자량의 중합체로서 용제건조 및 경화제를 사용하여 가교시키며 점탄성 특성을 가진 고상 형태로 피착물 사이에 접착기재의 역할을 한다. 접착제는 용제건조 및 경화과정에서 폴리에스터 필름(PET) 또는 부직포같은 기재를 사용하여 접착테이프로 제조되거나

[†]To whom correspondence should be addressed.
E-mail: koreakdb@dankook.ac.kr

또는 기재가 없는 무기재 형태로 제조된다. 이러한 점착테이프는 부품접합을 위한 일반적인 점착제보다 더 쉽게 적용할 수 있고 사용이 간편하고 특히 기재를 사용하여 제조된 점착테이프는 재작업성이 가능하여 실제 산업현장에 많이 사용되고 있다.^{3,4}

점착테이프 제조를 위한 점착제는 아크릴계, 실리콘계 및 러버계로 대별할 수 있다. 그 중 아크릴계 점착제는 사용되는 원재료의 가격이 저렴하고 다양한 기능성 아크릴 단량체를 사용하여 중합이 가능하므로 용도 및 피착체에 따라 점착테이프의 물성설계가 가능하다는 장점이 있다. 점착제는 일반적으로 중합 시 에틸아세테이트 또는 톨루엔같은 용제가 포함된 용제형 점착제와 용제가 포함되지 않은 무용제형 점착제로 구분할 수 있다. 용제형 점착제는 용제조건을 포함한 가교제에 의해 경화되어 점착제의 특성이 부여된다. 무용제형 점착제는 핫멜트 및 광경화형으로 구분할 수 있으며, 광경화형은 자외선(UV), 가시광선(visible), 전자선(electron beam, EB) 등의 조사에 의해 가교시켜 제조한다. 광경화형 점착제는 일반적으로 1단계에서 광중합이 이뤄진 고분자 물질에 광개시제 및 광가교제를 추가하여 2단계 광조사에 의해 경화를 시키는 방법을 사용한다.

광경화는 광개시제 및 광가교제가 포함된 미경화된 아크릴 고분자에 200~1000 nm 파장 범위의 빛을 조사하여 라디칼 형성에 의해 이뤄진다. 특히 자외선(UV)에 의한 경화는 200~400 nm의 파장범위에서 적용하는데, 중합된 점착제의 분자 화학 구조, 광개시제 및 광가교제의 종류에 따라 에너지가 흡수되는 정도가 뚜렷하게 달라진다. 일반적으로 특정 파장의 빛을 받으면 전자가 짝을 이루고 있는 안정한 상태(ground state)에서 전자의 이동으로 짝을 이루지 않는 전이 상태(excited state)로 가게 된다. 이러한 전이 상태에서는 화학적으로 중간상태인 라디칼이나 이온을 형성하게 되고 이 라디칼이나 이온은 다시 안정한 상태의 단량체를 공격하여 중합하거나 중합된 경우 고분자 사슬을 공격하여 가교를 이루게 된다.

최근 들어 환경에 대한 관심과 휘발성 유기물질(volatile organic compounds, VOCs)의 배출을 규제하는 산업계의 동향에 따라 친환경 및 유기용제를 사용하지 않는 공정을 필요로 하게 되었다. UV 중합 및 경화시스템은 유기용제를 사용하지 않으므로 친환경적 측면에서 각광받고 있는 제조방법 중 하나이다. UV 중합은 UV 램프에서 나오는 빛을 조사하여 중합을 하는 방법으로 짧은 시간 내에 고분자량의 중합물을 얻을 수 있다. UV 경화시스템은 UV 중합에 의한 케미컬을 코팅 및 2차 성형하는 공정을 말하며 다수의 UV 램프가 연속적으로 배열된 제조라인을 거쳐 UV 경화형 점착테이프를 제조한다. UV 중합 및 경화공정은 기존의 용제중합 및 열건조에 의한 방식보다 공정이 간소하고 가열에 의한 에너지 절감을 이룰 수 있다. 또한 무용제이기 때문에 유기화합물 배

출에 의한 공해문제가 없으므로 산업계에서 많이 연구개발 중에 있다.⁵⁻⁹

UV 경화형 점착제의 중합은 상기에 언급한 것처럼 두 가지 공정이 순차적으로 연결되는 과정이라고 할 수 있다. 1단계 공정은 광중합에 사용되는 아크릴계 단량체를 광개시반응(photo initiation step)을 통해 저점도 상태의 pre-polymer를 만드는 중합과정이고, 2단계 공정은 1단계에서 얻어진 pre-polymer에 다관능성 가교제와 광개시제를 첨가한 재료를 일정한 두께로 코팅하여 UV 조사에 의한 가교공정(UV post-curing)을 말한다.^{10,11}

본 연구는 전기전자 산업, 자동차 산업 및 디스플레이 모듈 조립에 많이 사용되는 준구조형 아크릴 점착테이프에 대한 것으로 무용제 UV 경화형의 아크릴 점착테이프를 제조하기 위해 1단계의 UV 중합, 2단계의 UV 경화공정을 거쳐 일정두께의 테이프를 제조하고, 모듈에 많이 사용되는 PC와 같은 플라스틱 사출물 및 표면이 매끄러운 금속, 세라믹 등에 높은 점착물성을 구현하기 위해 아크릴산 함량 및 무기물 충전제의 함량을 달리하여 준구조적 물성을 고찰하여 최적화된 점착물성을 발현시키고자 하였다.

실 험

시약 및 재료. 본 연구에서 사용한 아크릴 단량체는 2-ethylhexyl acrylate(2-EHA, Samchun Chemical Co., Ltd., S. Korea)와 acrylic acid(AAC, Samchun Chemical Co., Ltd., S. Korea)이며 UV 경화반응을 위해 광개시제로 1-hydroxycyclohexyl phenyl methanone(PI, Irgacure 184, BASF)을 사용하였다. 제조된 pre-polymer의 가교반응을 위해 경화제로 1,6-hexanediol diacrylate(HDDA, Miwon Specialty Chemical, S. Korea)를 사용하였으며 무기물 충전제 SiO₂는 밀도 0.012 g/cm³, 입자크기 30-120 μm(3M Co.)인 것을 사용하였다.

UV 경화형 테이프를 얻기 위하여 실리콘으로 이형 처리한 50 μm 두께의 폴리에스테르 필름(PET, 도레이세한)을 사용하였으며, 테이프의 점착력을 측정하기 위하여 피착재로 SUS 및 polycarbonate(PC) 쉬트를 사용하였다. 박리점착강도를 측정하기 위해 시험편이 늘어나지 않도록 코로나 처리된 50 μm 두께의 폴리에스테르 필름(PET, 도레이세한)을 사용하였다.

아크릴 Pre-polymer의 UV 중합. 본 연구에서 UV 조사에 의한 라디칼 개시를 이용한 UV 중합법으로 pre-polymer를 제조하였다. 2-EHA를 주단량체로 하고 AAC를 공단량체로 하는 2성분 아크릴 공중합체를 제조하였다. AAC와 광개시제와의 조성 비율은 Table 1에 표시하였다.

2-EHA와 AAC의 비율이 다르기 때문에 동일한 UV 조사 조건이라 하더라도 pre-polymer의 점도가 달라지게 된다. 따라서 본 연구에서는 일정 영역의 점도를 가진 pre-polymer를

연고자 UV 조사시간을 20~30분의 조건으로 실험을 수행하였다. 중합반응기는 수은 램프(UVA spot 400/T, Dr. Hönle)가 장착된 5L 용량의 batch type 반응기로서 외부 빛이 차단된 형태이며 내부에는 크롬 코팅된 것이다. UV 램프는 최대 흡광 파장대가 365 nm이며 UV 강도는 30 mW/cm²이었고 중합은 질소 분위기하에서 산소 농도가 0.3 ppm 이하에서 진행하였다. Pre-polymer 제조에서 광개시제를 과량으로 사용하면 반응온도가 급격히 증가하며 UV를 차단하여도 발생된 열에 의해 중합이 지속되어 시간 경과에 따라 부분적으로 분자량이 증가하여 젤이 형성될 수 있으며 젤을 포함한 분자량이 높은 pre-polymer는 점도가 높기 때문에 코팅액으로 사용하기에는 적절치 않다. 따라서 pre-polymer 중합 시 광개시제를 적게 사용해야 하며 본 연구에서는 2-EHA+AAC=100 wt%를 기준으로 0.05 phr를 사용하였다. Pre-polymer는 빛이 차단된 보관용기에 넣고 점도 측정 샘플 및 코팅액으로 사용하기 전까지 질소기체를 충전시켜 보관하였다. Figure 1은 pre-polymer 준비단계(1단계)와 교반 및 코팅, UV 조사에 의한 post-curing(2단계)을 거쳐 점착테이프를 준비하는 과정을 나타낸 것이다. 무기물 충전제 투입 후 교반 중에 추가로 광개시제 및 경화제를 투입하였으며 광개시제는 1단계와 동일한 것을 사용하였으며 교반 후 코팅 및 2단계 UV 조사에 의해 점착테이프를 준비하였다.

아크릴 Pre-polymer의 점도 측정. UV 조사 조건 및 AAC 함량을 달리하여 중합된 pre-polymer의 점도는 온도조절용 자켓이 부착된 점도계(AR2000ex)를 사용하여 25 °C에서 측

정하였다. Table 2는 UV 조사조건에 따른 조성비별 점도 결과를 나타낸 것으로 AAC의 함량이 증가할수록 중합시간이 빨라졌으며 AAC의 함량이 적을수록 점도가 5000~5500 cPs 영역에 도달할 때까지의 중합시간이 증가하였다. 2-EHA/AAC=89/11, 90/10 및 91/9의 점도 결과를 보면 UV 조사량이 동일하다 하더라도 아크릴 단량체와 공단량체의 조성비 차이로 인해 점도 값이 다르게 측정되었는데 이것은 조성에 따라 광중합속도가 약간 다르기 때문에 나타난 것으로 생각된다. 본 연구에서는 충전제 함량에 따른 영향을 고찰하기 위해 조성비가 다르더라도 일정 영역의 점도를 가진 pre-polymer를 연고자 한 것이다.

무기물 충전제, 가교제 및 광개시제 블렌딩. 1단계에서 중합된 pre-polymer에 충전제, 가교제 및 광개시제를 차례로 투입하여, 30분 동안 교반시켰다. 교반 중에 pre-polymer 표면에 산소기체에 의한 반응을 방지시키기 위해 질소기체를 투입하였다. 1단계에서 준비된 pre-polymer에 충전제의 함량을 Table 3과 같이 6-12 phr로 각각 투입하고, 가교제(HDDA) 및 광개시제(PI-184)를 차례로 투입하여 교반 및 코팅한 후 2단계 post-curing을 진행하였다. 1단계 pre-polymer를 중합하고 2단계 전에 광개시제를 추가한 이유는 post-curing 시 UV 반응을 다시 진행시키고자 함이며, 1단계에서 얻은 pre-polymer는 유동성이 있는 액상이므로 충전제 첨가에 의한 분산이 용이하다. 또한 1단계에서 중합된 pre-polymer는 광개시제 양이 적으므로 중합물의 저장안정성이 더 오래 유지되어 실제 산업현장에서 적용하여 공정안정성 확보가 가능하다. 최종적

Table 1. The Basic Component of Acrylic Pre-polymer

| Ingredients | 2-EHA(wt%) | AAC(wt%) | PI(phr) |
|-------------------|------------|----------|---------|
| | 85 | 15 | |
| | 89 | 11 | |
| Amount (wt%, phr) | 90 | 10 | 0.05 |
| | 91 | 9 | |
| | 92 | 8 | |
| | 95 | 5 | |

2-EHA/AAC/PI



⇐ UV Irradiation(1-step)

UV Curing Syrup



⇐ Add PI, Crosslinking agent

Coating on PET Film



⇐ UV Irradiation(2-step)

UV PSA Tape

Figure 1. Schematic of preparation process of UV curing PSA tape.

Table 2. Conversion and Viscosity of Pre-polymer by UV Irradiation Conditions

| Ratio of 2-EHA/AAC | UV irradiation time (min) | Amount of UV irradiation (mJ/cm ²) | Viscosity (cPs) |
|--------------------|---------------------------|--|-----------------|
| 85/15 | 23 | 3450 | 5200 |
| 89/11 | 25 | 3750 | 5350 |
| 90/10 | 25 | 3750 | 5100 |
| 91/9 | 25 | 3750 | 5430 |
| 92/8 | 26 | 3900 | 5260 |
| 95/5 | 28 | 4200 | 5420 |

Table 3. UV Curable PSA Formulations

| Ingredients | Pre-polymer ^a | Filler ^b | PI | HDDA |
|--------------|--------------------------|---------------------|-----|------|
| | | 6 | | |
| Amount (phr) | 100 | 8 | 0.2 | 0.1 |
| | | 10 | | |
| | | 12 | | |

^aPre-polymer compositions: 2-EHA/AAC=85-95 /15-5.

^bFiller: SiO₂.

으로 이러한 1, 2단계를 거쳐 점착테이프를 제조하면 구조적으로 균일한 입자가 분산되어 피착재에 적용 시 준구조적 물성을 발현시킬 수 있게 된다.

UV 경화형 점착테이프 제조. 충전제, 가교제 및 광개시제가 균일하게 교반된 UV 경화형 pre-polymer를 50 μm 두께의 실리콘 이형처리된 PET 필름위에 일정량 투입 후 상단을 하단과 동일한 실리콘 이형처리가 된 50 μm 두께의 PET 필름을 덮고, 점착테이프의 두께가 1000 μm 가 되게끔 롤코터에 통과시킨다. 반고형 슈트형태의 샘플은 양쪽에 이형처리된 PET가 덮여진 상태이며 이것을 상·하부에 UV lamp(저압수은, 한성자외선)가 설치된 UV 경화기에 통과시켜 경화시켰다. UV lamp는 최대 출력에너지가 40 W인 것을 상하 각각 2개씩 배치한 것으로 경화시간은 10분으로 하였으며 UV lamp로부터 슈트까지의 거리는 각각 15 cm로 하였고 10분간의 UV 조사 누적 광량은 단면기준 1500 mJ/cm^2 이었다.

점착 테이프의 접착각 측정. 점착테이프의 접착각 측정은 Surface Electro Optice Co. Ltd., 모델-Phoenix 300을 이용하였다. 점착테이프 표면에 주사기를 사용하여 액체를 떨어뜨려 표면과 액체 사이의 표면장력 때문에 생긴 접착각을 측정하였다. 주사기와 표면까지의 간격은 1 cm 미만으로 하여 측정하였다. 점착테이프 표면의 각기 다른 부위의 접착각 측정을 총 5회 실시하여 평균치를 결과로 하였다.

점착테이프의 밀도 측정. 점착테이프의 밀도는 ASTM D792 방법에 의해 측정하였다. 점착테이프의 크기를 25 mm×25 mm로 자른 후 시편의 두께 및 질량을 측정하여 식 (1)로부터 부피와 질량을 측정하여 대입하므로 밀도를 계산하였다.

$$D = W/(X*Y*Z) \quad (1)$$

D : Sample density [g/cm^3]

W : Measured weight of the sample [g]

X, Y, Z : 가로, 세로, 두께 [cm]

점착테이프의 접착력 측정. 180° 박리강도(Peel Strength) 측정: 박리강도 측정을 위해 피착재 시험편을 세척하여 준비하고, 박리강도는 ASTM D-3330의 규정을 참조하여 폭 25 mm, 길이 250 mm의 테이프에 테스트 중 시험편이 늘어나지 않도록 뒷면에 50 μm PET 필름을 붙이고 준비된 시험편에 부착시키고 6.8 kg의 압착 롤러로 300±30 mm/min의 속도로 1회 왕복하여 압착하고, 압착 후 시간경과에 따라 20분 및 24시간 시점에 시험편의 끝 부분을 180°로 뒤집어 300±30 mm/min의 속도로 측정하였다. 50 mm까지 박리하였을 때의 값을 각 샘플당 5회의 실험 평균치를 결과로 하였다.¹²

전단점착강도(Dynamic Shear Strength) 측정: 전단점착강도 측정은 ASTM D-1002의 규정을 참조하여 시험편을 세척하여 준비하고, 점착테이프를 폭과 길이를 각각 25 mm×25 mm로 하여 미리 준비된 피착재 시험편(가로×세로=50 mm×125 mm)

모서리에 부착한 후 동일 크기의 다른 시험편에 부착시킨 다음 6.8 kg의 압착 롤러로 300 mm/min의 속도로 1회 왕복하여 압착하고, 압착 후 20분 및 24시간 경과시점에 12.7 mm/min의 속도로 측정하였다. 각 샘플당 5회의 실험 평균치를 결과로 하였다.

점착테이프의 단면 모폴로지 측정. 점착테이프의 단면 모폴로지를 측정하기 위해 각각의 샘플 양면에 두께 130 μm 의 PET 필름 또는 폴리에틸렌(PE) 필름을 붙인 후 미세 컷터를 이용하여 두께 1000 μm 의 점착테이프를 절단시켰다. 절단된 시편은 SEM mount에 붙여 진공하에 Au를 증착시켜 준비하였고, 준비된 시료는 SEC Desktop Mini SEM(SNE-3200M, Dream Co.)을 이용하여 배율 50 X로 관찰하였다.

결과 및 토론

AAC 함량에 따른 Pre-polymer의 점도변화. 무용제 UV 경화형 아크릴 점착제의 AAC 함량에 따른 물성을 고찰하기 위해 본 연구에서는 UV 조사 시간을 달리하여 pre-polymer를 제조하였다. 그 이유는 2-EHA 대비 AAC의 비율이 다르기 때문에 동일한 UV 조사조건이라 하더라도 pre-polymer의 분자량과 점도가 달라진다. 특히 점도가 다르면 박막코팅의 경우에는 코팅 후 물성차이가 적으나 후막의 경우에는 코팅 후 유동성 편차로 인해 코팅두께가 변하고 코팅면의 균일도가 떨어져 점착물성의 편차가 크게 나타나게 된다. 따라서 Table 2에 표시한 것과 같이 AAC 함량에 따라 UV 조사시간을 달리하여 pre-polymer를 제조하였다. AAC 함량별 점도 측정결과를 보면 5000 cPs 이상의 점도를 가진 pre-polymer를 제조하기 위해서는 최소 20분 이상의 UV 조사시간이 필요함을 알 수 있었고, AAC 함량이 적을수록 UV 조사시간이 약간씩 증가함을 알 수 있었다. 이것은 AAC 함량이 많을수록 pre-polymer로 합성 시 아크릴 고분자의 분자량이 다소 낮게 중합된 것으로 생각된다. 이러한 결과로부터 pre-polymer의 제조과정에서 AAC의 함량이 중합된 아크릴 고분자의 분자량에 영향을 주어 점도변화가 있음을 알 수 있었다. 또한 UV 조사시간을 달리하면 다양한 점도를 가진 pre-polymer 제조가 가능함을 알게 되었다.

SiO₂ 함량에 따른 점착테이프의 밀도변화. 일반적으로 준구조용 점착물성 및 내구성 향상을 위해서 아크릴 점착제에 유기물 또는 무기물 충전제를 첨가한다.¹³⁻¹⁷ 본 연구에서는 무기물 충전제로 SiO₂를 사용하였으며 입자 크기가 30-120 μm 인 것으로 속이 비어있는 타입이다. 입자의 최대 크기가 120 μm 이어서 그 이하 두께의 점착테이프 용도에는 적절치 않으나 120 μm 이상 두께의 점착테이프를 적용하는 산업분야에서는 준구조용 점착물성을 발현시키기 위해 충전제로 많이 사용하고 있는 재료이다. 본 연구에서는 두께 1000 μm 의 점착테이프에 이러한 입자를 적용하여 적용하지 않은 것과 비

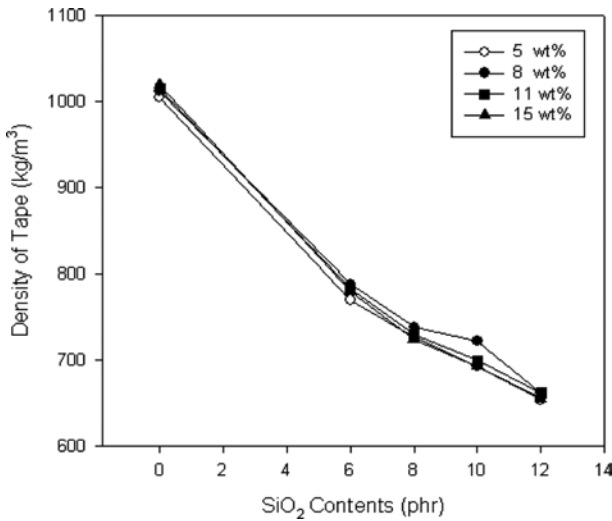


Figure 2. Density of PSA tapes according to AAC and SiO₂ contents.

교하고자 하였다. Figure 2는 SiO₂ 함량에 따른, AAC 함량에 따른 밀도변화를 나타낸 것이다. 입자를 사용하지 않으면 공통적으로 밀도가 1000 kg/m³ 정도인데 입자를 첨가하면 밀도가 낮아지며, 입자함량이 증가함에 따라 지수함수적으로 낮아지는 것을 보여준다.

이러한 밀도변화는 AAC의 함량변화와의 관계가 미미하였다. 충전제 함량이 증가할수록 점착테이프의 밀도가 낮아지는 것은 속이 비어있는 충전제이므로 첨가한 양만큼 밀도가 줄어들게 된 것이다. 충전제 입자함량 증가에 따른 밀도감소의 경향을 보면, 소량(2 phr 및 4 phr)의 입자를 첨가하여도 선형적으로 감소하지 않고 지수함수적으로 밀도가 급격히 낮아짐을 예측할 수 있는데 이것은 교반 시 혼입된 기포가 충전제 입자 표면에 붙어있거나 아크릴 공중합체 내에 미세하게 분산되어 post-curing에 의한 UV 경화 시 그대로 고화되어 점착테이프가 되었기 때문인 것으로 생각된다. 따라서 무기물 충전제를 첨가하면 밀도가 낮은 준구조형 점착테이프를 제조할 수 있고 이러한 점착테이프를 적용하면 충격흡수 및 외력에 의한 응력완화 특성이 우수할 것으로 기대된다.

AAC 함량 및 시간에 따른 점착력 변화. 2-EHA/AAC 비율에 따라 준비된 점착테이프는 UV 중합 및 가교에 의한 망상형 아크릴 고분자로서 피착재에 적용한 후 시간에 따라 점착력이 다르게 나타난다. 일반적으로 용액중합에 의한 아크릴 점착테이프의 경우 점착시간이 짧음에도 불구하고 우수한 물성이 나타나는 것은 고분자의 분자량이 낮기 때문에 점착제가 피착재 표면에 빨리 침투되어 점착력 테스트 시 충분한 점착특성이 부여된 것이다.

Figure 3은 AAC 함량별로 초기시간 20분과 24시간 후의 박리강도 및 전단점착강도를 나타낸 것이다. AAC 함량이 증가할수록 박리강도는 낮아지며 전단점착강도는 높아지는 것

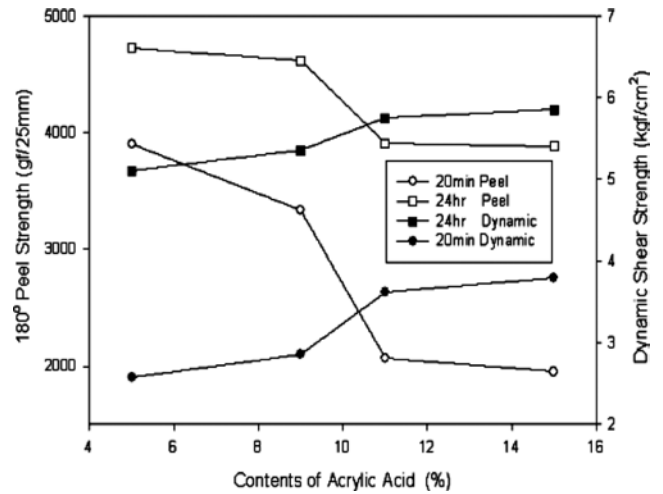


Figure 3. Peel strength and shear strength according to AAC contents after 20 min and 24 hr wetting times without SiO₂.

을 보여 준다. 박리강도는 피착재의 표면에 점착되는 고분자의 분자사슬의 특성과 연관되며 전단점착강도는 점착테이프의 표면 특성뿐만 아니라 내부 구조적인 특성을 보여준다. 따라서 AAC 함량이 증가할수록 고분자의 분자사슬이 강직하여 표면 점착력은 저하되고 내부구조적인 특성이 증가된 것으로 볼 수 있다. 적용시간에 따른 비교를 위해 20분과 24시간의 결과를 보면 24시간 후의 물성이 더욱 높아짐을 알 수 있다. 이것은 아크릴 고분자가 피착재 표면에 충분히 젖어 들어간 결과이다. 전체적으로 피착재에 적용한 시간에 따라 박리강도의 변화 값만큼 전단강도 값의 변화가 있음을 알 수 있으며 특이한 것은 AAC의 함량이 9와 11 wt%는 2 wt%의 차이임에도 불구하고 5에서 9 wt%로, 11에서 15 wt%로 변화시킨 경향과는 다른 물성변화를 보여준다. 특히 20분 경과 후의 박리강도 변화를 보면 AAC 함량이 11에서 9 wt%로 줄어든면 약 2000 gf/25 mm의 박리강도 값이 약 3500 gf/25 mm로 급격히 증가하여 75%의 물성향상을 보여준다. 이것은 AAC 함량이 많으면 아크릴 고분자의 분자사슬이 강직하여 나타난 결과로 유연하지 못하여 점착제가 피착재에 충분히 젖어들어가지 못한 결과로 해석할 수 있다.^{18,19}

SiO₂ 함량 및 시간에 따른 점착력 변화. Figure 4(a)-(d)는 충전제 SiO₂ 함량 및 시간별 박리강도 및 전단점착강도를 나타낸 것이다. Figure 4(a)는 충전제 SiO₂를 6 phr를 첨가한 결과로 AAC 함량 증가에 따른 박리강도 및 전단강도의 시간에 따른 변화를 보인 것이다. 앞에서 보인 바와 같이 충전제를 첨가하지 않으면(Figure 3) AAC의 함량증가에 따라 11 및 15 wt%에서 박리강도가 급격히 낮아졌으나 충전제를 첨가하면 AAC 함량 5 및 9 wt%에서의 박리강도는 약 2000-3500 gf/25 mm 정도로 낮지만 AAC 함량이 15 wt%로 증가함에 따라, 특히 24시간 경과 후의 박리강도가 약 8500 gf/25 mm

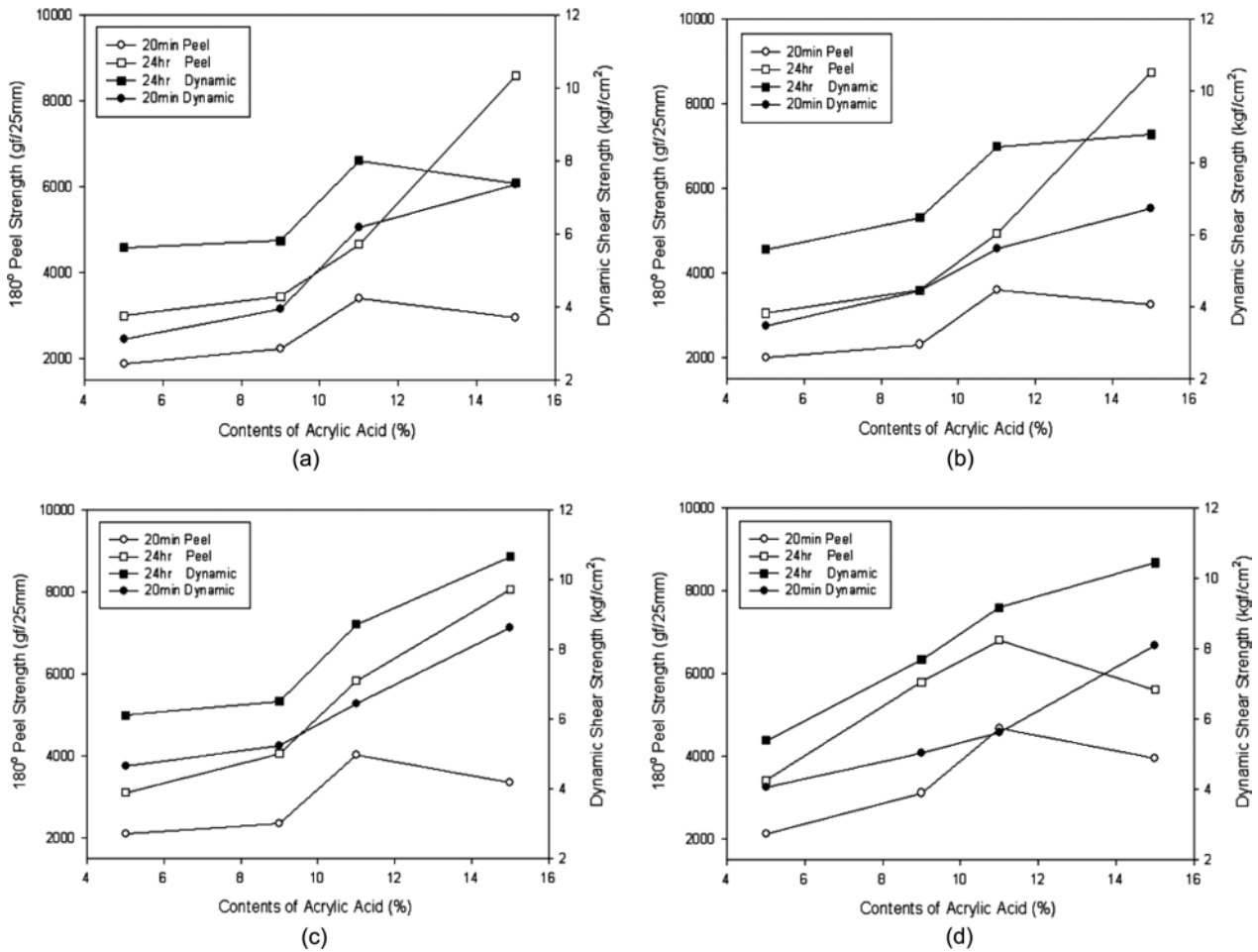


Figure 4. Peel strength and shear strength according to AAC content after 20 min and 24 hr wetting times with SiO₂: (a) 6 phr of SiO₂; (b) 8 phr of SiO₂; (c) 10 phr of SiO₂; (d) 12 phr of SiO₂.

이상으로 상당히 높게 나타났다. 전단점착강도는 충전제를 첨가하지 않은 것보다(Figure 3) 더 높게 나타났으며, AAC 함량 증가에 따라 비슷하게 증가하는 경향을 보였다.

Figure 4(b)-(d)는 SiO₂ 함량이 8-12 phr로 각각 첨가한 결과로 Figure 4(a)와 동일한 변화거동을 보였으며 충전제 함량이 증가함에 따라 박리강도 및 전단점착강도가 전체적으로 증가함을 보였다. AAC 함량이 11에서 15 wt%로 증가함에 따라 초기시간 20분의 박리강도를 보면 충전제 함량변화와 관계없이 전체적으로 낮아졌다. 이러한 변화 거동은 박리강도에서만 나타나는 특징으로 Figure 4(d)(12 phr)에서 24시간의 박리강도도 낮게 나타났다. 이러한 결과로부터 AAC 함량이 많을수록(15 wt% 이상), SiO₂ 함량이 많을수록(12 phr 이상) 박리강도가 낮아짐을 알 수 있었다. 즉, 상기의 조건에서는 고분자 사슬이 피착체에 젖어들어가는 특성이 약하여 박리강도가 낮아진 것으로 보이며 과량의 AAC과 SiO₂를 사용하면 초기 시간에 점착력을 필요로 하는 조건에서는 충분한 박리강도를 확보하기 어려울 것으로 판단된다.

SiO₂ 함량 및 AAC 함량에 따른 박리강도 변화. Figure 5는 충전제 SiO₂ 함량 변화에 따른 박리강도를 구체적으로 고찰하고자 도시한 것이다. Figure 5(a)는 초기시간 20분 경과 후 측정된 박리강도 값을 나타낸 것으로 충전제를 첨가하지 않은 SiO₂ 함량 0을 기준으로 보면, AAC 함량이 11 및 15 wt%인 점착테이프의 박리강도가 약 2000 gf/25 mm인 반면, AAC 함량이 상대적으로 적은 5 및 8 wt%인 점착테이프의 박리강도는 약 4000 gf/25 mm를 보였다. 충전제를 넣지 않은 점착테이프의 이러한 변화는 충전제를 첨가함에 따라 Figure 5(a)에서 보는 바와 같이 전혀 다른 물성변화거동을 보여주고 있다. 충전제의 일반적인 역할은 코팅액의 흐름성을 조절하며 저점도 용액의 경우 코팅성 확보를 위해 탄산칼슘, 바리이트나 클레이 등 입자가 작은 무기질을 사용한다. 본 연구에서 사용한 SiO₂는 속이 빈 형태로써 밀도 조절을 위해 첨가한 것으로 UV 조사에 의한 아크릴 pre-polymer에 분산 및 post-curing 시 점착테이프 내에서 고차구조를 형성하는 것으로 보인다. 즉, SiO₂ 첨가로 인해 UV 조사에 의한 경화반응

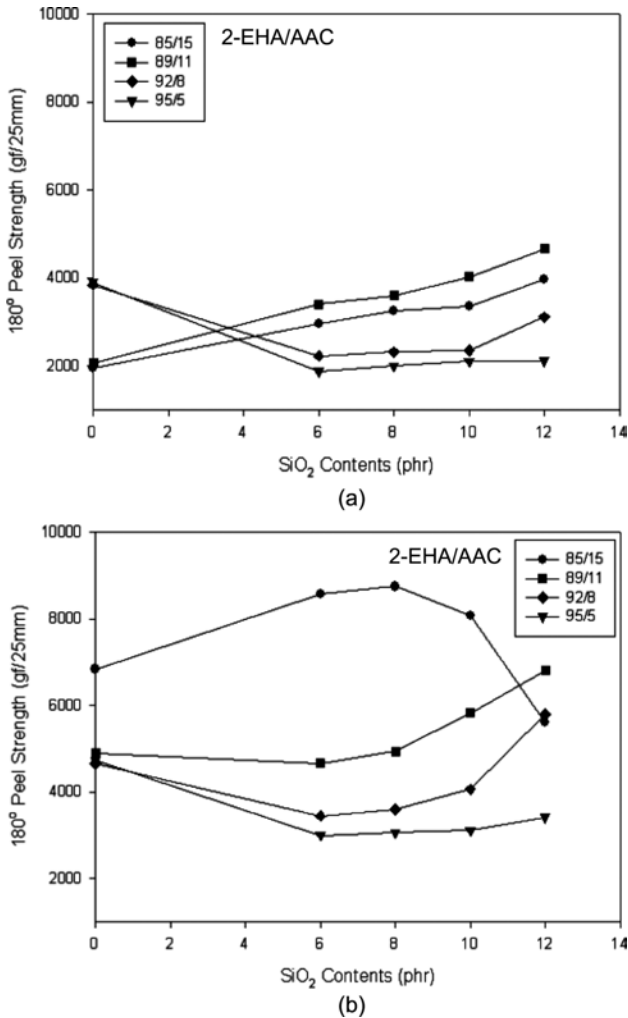


Figure 5. Effects of SiO₂ contents on peel strength after wetting times of (a) 20 min; (b) 24 hr.

시 AAC 함량이 많을수록 점착테이프의 표면에 짧은 고분자 사슬을 많이 형성시켜 AAC 함량이 많음에도 불구하고 박리 강도가 높아진 것이다. 이러한 특성은 AAC 함량이 11 wt%에서 가장 두드러지게 나타났으며, 15 wt%에서는 AAC 고유의 강직성이 강하게 발현되어 SiO₂ 첨가에도 불구하고 SiO₂ 함량증가에 따라 전체적으로 AAC 11 wt%인 것보다 박리 강도가 약간 낮게 나타난 것이다.

Figure 5(b)는 24시간 경과 후의 박리강도를 나타낸 것으로 충전제를 첨가하지 않은 SiO₂ 함량 0에서의 박리강도를 보면, AAC 함량 15 wt%인 점착테이프가 약 7000 gf/25 mm로 가장 높은 박리강도를 보여 주며 11 wt% 이하에서는 AAC 함량과 관계없이 거의 동일한 수준의 값을 보여 준다. AAC 함량 15 wt%인 경우 20분 후의 결과(Figure 5(a))와 비교하면 24시간으로 시간이 경과하면서 AAC 함량이 많음으로 인해 고분자 사슬이 강직함에도 불구하고 아크릴 고분자 사슬이

피착재에 더 잘 붙어서 높은 박리강도를 보인 것으로 생각할 수 있다. 이러한 결과는 본 연구에서 사용한 코팅액이 UV 조사에 의해 준비된 pre-polymer를 사용하여 2단계 UV 경화(post-curing)를 거치면서 점착테이프를 형성하는 고분자 사슬이 network를 이루어 표면특성뿐만 아니라 내부구조도 발현되어 응집력이 증가되어 나타난 특성으로 볼 수 있다. 또한 점착테이프의 두께가 1000 μm로 두꺼우면 이러한 내부 응집력이 높아져 박리강도와 같은 점착테이프의 표면특성에도 영향을 주어 AAC 함량이 많아 고분자 사슬이 강직함에도 불구하고 피착재에 충분한 적용시간을 주면 응집강도가 박리강도에 영향을 주게 된다.

Figure 5(b)에서 충전제 함량 증가에 따른 24시간 후의 박리강도 변화를 보면 Figure 5(a)와 동일하게 증가하는 경향을 보인다. 충전제의 함량 증가에 따라 SiO₂ 12 phr의 결과를 보면 AAC 함량 8 및 11 wt%에서 박리강도 값이 두드러지게 증가하였으며 AAC 5 wt%에서는 충전제의 함량변화에는 큰 영향이 없었다. 반면에, AAC 함량 15 wt%의 결과를 보면, 충전제 함량 증가에 따라 박리강도가 가장 크게 증가했다가 충전제 함량이 10 phr 이상부터 박리강도가 감소함을 보여준다. 이 결과로부터 AAC 함량이 많은 15 wt%의 경우, 충전제 8에서 2 phr 더 추가하면 오히려 박리강도의 감소를 보이므로 과량의 충전제를 사용하면 점착테이프 내부구조에 불균일 특성이 발현되어 점착력이 저하된 것으로 생각된다. 이러한 불균일 특성은 초기시간(Figure 5(a))에는 비교적 점착력이 낮으므로 나타나지 않으나 시간 경과에 따라 점착력이 높게 발현되는 조건에서는 두드러지게 나타나는 것으로 해석할 수 있다.

SiO₂ 및 AAC 함량에 따른 전단점착강도 변화. Figure 6은 피착재-SUS/SUS를 사용하여 측정한 전단점착강도를 나타낸 것이다. Figure 6(a)는 20분 후의 결과로 AAC 함량이 상대적으로 낮은 92/8 및 95/5에서는 충전제 함량 증가에 따라 10 phr까지 증가하다가 감소한 반면, AAC 함량 85/15 및 89/11에서는 충전제 함량 8 phr에서 감소한 후 10 phr에서 증가하였으나 12 phr에서 다시 감소하는 경향을 보여주었다. 따라서 전단점착강도는 충전제에 의한 것보다 AAC 함량이 많을수록 높게 나타났으며 이것은 테이프의 준구조적 특성과 더욱 관련되어 내부응집력이 더 증가됨을 간접적으로 보여주는 것이다.

앞에서 고찰한 것과 같이 AAC 함량이 많을수록 고분자 사슬이 강직하여 내부응집력이 증가된 것이며, 또한 충전제 함량을 증가시키면 밀도가 낮아지면서 상대적으로 점착테이프의 구성성분 중 아크릴 고분자 함량이 감소하므로 충전제 함량 증가에 따른 응집력 변화는 AAC 함량 변화보다 미약하게 나타났다. Figure 6(b)는 24시간 후의 전단점착강도를 나타낸 것으로 Figure 6(a)에 비하여 시간이 경과함에 따라 전체적으로 값이 증가하였으며 20분 후의 결과와 유사한 변화

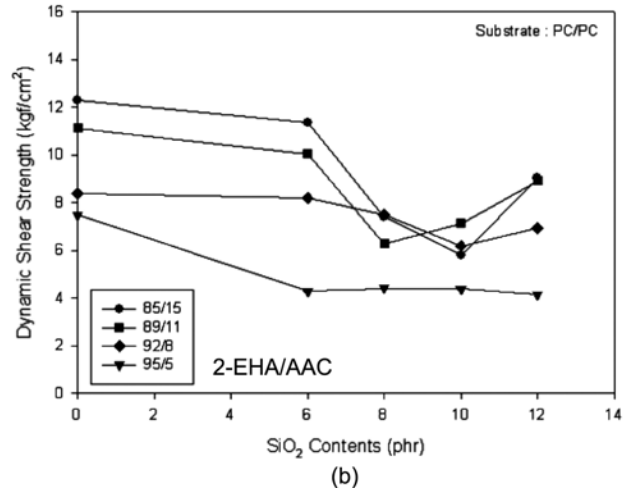
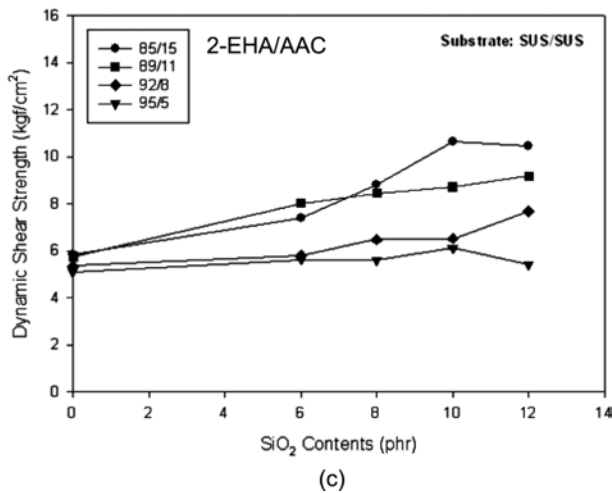
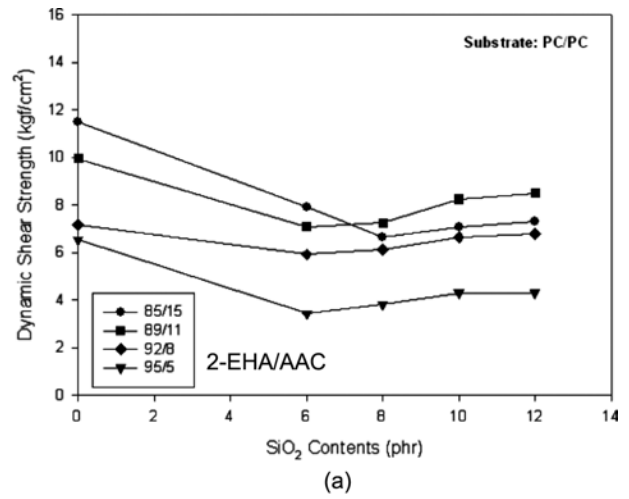
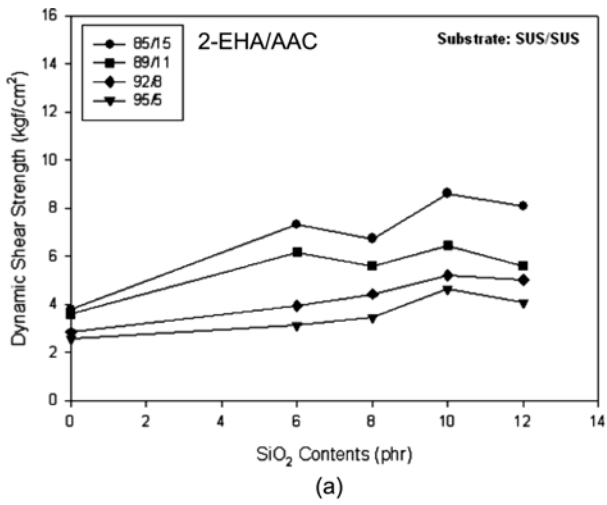


Figure 6. Effects of SiO₂ contents on dynamic shear strength after wetting times of (a) 20 min; (b) 24 hr.

Figure 7. Effects of SiO₂ contents on dynamic shear strength after wetting times of (a) 20 min; (b) 24 hr.

거동을 보여주었다. Figure 7은 피착재-PC/PC를 사용하여 측정된 전단점착강도를 나타낸 것이다. Figure 7(a)는 20분 후의 결과로써 충전제를 첨가하지 않은 SiO₂ 0 phr를 기준으로 보면, Figure 6에서 피착재-SUS/SUS를 사용하여 측정된 값보다 상당히 높음을 알 수 있다.

PC를 사용한 전단점착강도가 SUS를 사용한 전단점착강도보다 높은 물성을 보이는 것은 PC가 SUS보다 표면이 더욱 매끄러워 아크릴 고분자 사슬이 피착재 표면에 잘 젖어 들어간 결과로 볼 수 있다. 또한 AAC 함량이 높을수록 아크릴고분자 사슬 내에 작용기가 증가하여 PC와의 물리적 결합력이 증가한 것으로 생각된다. 충전제를 첨가하면서 전단점착강도가 저하되는 것은 충전제를 첨가하지 않았을 때 가지고 있던 아크릴 고분자 사슬의 고유특성이 충전제로 인해 PC 표면 및 내부구조에 있어서 물리적 결합력이 약화되어 나타난 결과로 볼 수 있으며, 충전제 함량에 따라 공통적으로 충전제를 첨가하지 않은 점착테이프의 값들보다 낮은 전단점착강도를 보

였다. 또한 앞에서 SUS를 사용한 결과에서 고찰하였듯이 충전제를 첨가하면서 밀도가 낮아짐으로 인해 상대적으로 아크릴 고분자의 함량이 줄어들어 피착재-PC와의 표면작용력 및 내부응집력이 감소하여 나타난 결과로 보여진다.

Figure 7(b)는 24시간 후의 전단점착강도를 나타낸 것으로 Figure 7(a)와 비교하여 볼 때 충전제를 첨가하지 않은 SiO₂ 0 phr를 보면 20분 후의 전단점착강도보다 시간이 24시간으로 경과함에 따라 약간씩 증가하였다. 적용시간 경과에 따라 가장 두드러진 차이는 충전제 6 phr 첨가의 경우, AAC 5 wt%를 제외한 8 wt% 이상의 조건에서 충전제가 없을 때와 유사한 전단점착강도를 각각 보여주었다. 또한 충전제 함량이 8~12 phr로 증가함에 따라 AAC 함량 15 wt%-충전제 함량 10 phr, AAC 함량 11 wt%-충전제 함량 8 phr에서 각각 최소의 전단점착강도 값을 보였고 충전제 함량증가에 따라 다시 증가하는 거동을 보였다. 이것은 AAC 함량이 많을수록 충전제 함량에 따라 불균일한 내부구조 특성에 기인한 것이며 피

착재-SUS를 사용했을 때는 비교적 전단접착강도가 낮으므로 그 차이가 발견되지 않다가 표면이 매끄러운 PC를 사용함으로써 인해 표면특성이 배제되어 나타난 것으로 응집력과 관련된 내부구조적 불균일성 때문인 것으로 판단된다.¹⁹

박리강도와 전단접착강도와의 상관관계. Figure 8은 AAC 함량, 충전제 함량 및 적용시간에 따른 접착테이프를 피착재-SUS를 사용하여 측정된 각각의 박리강도와 전단접착강도를 도시한 것이다. 일반적으로 충전제를 첨가하지 않은 접착테이프는 박리강도와 전단접착강도가 서로 반비례 관계를 가진다.²⁰ 그러나 본 연구로부터 충전제 SiO₂를 사용하여 각각의 물성을 고찰한 결과 박리강도가 증가함에 따라 전단접착강도도 비례적으로 증가함을 보여주었다. 따라서 두께 1000 μm 이상의 후막을 적용하여 준구조적 물성을 필요로 하는 산업 분야에 이러한 UV 경화방식에 의해 제조된 아크릴 접착테이프를 적용하면 높은 박리강도뿐만 아니라 우수한 전단접착강도를 동시에 구현할 수 있을 것으로 생각된다.

시간에 따른 젖음성 변화. AAC 함량 및 SiO₂ 함량에 따른 박리강도와 전단접착강도와 같은 물성변화는 AAC 함량이 많을수록 아크릴 고분자 사슬이 강직하여 초기시간에 피착재에 충분히 젖어들지 못해 접착력이 높지 않았으며, 시간경과에 따라 접착력이 증가함을 보여주었다. SiO₂ 함량이 많을수록 접착테이프의 밀도가 낮아져 상대적으로 충전제를 첨가하지 않을 때보다 테이프의 응집력은 떨어지나 AAC 함량에 따라 전혀 다른 거동을 보여주었다. 따라서 시간경과에 따른 접착테이프의 접착력과 관계되는 젖음성 변화를 자세히 고찰하기 위해 피착재로 투명한 유리를 사용하여 접착테이프를 붙이고 Figure 9와 같이 시간경과에 따른 접착면적 변화를

를 고찰하였다.

Figure 9는 AAC 함량이 11 wt%인 조건에서 충전제 함량 및 시간에 따른 젖음성 변화를 본 것으로 충전제 6 phr보다 2배가 많은 12 phr인 PSA 테이프의 젖음성이 더 우수하였다. Figure 10은 시간경과에 따른 젖음성 변화를 면적으로 환산하여 %로 나타낸 것이다. 초기 적용시간에는 AAC 함량이 많을수록 젖음성이 낮음을 알 수 있으며(Figure 10(a) 및 Figure 10(b)), AAC 함량이 5 및 15 wt%를 제외한 8 및 11 wt%에서는 충전제 함량이 많을수록 젖음성이 증가하였으며, 2시간으로 시간 경과에 따라 두드러지게 증가하였다.

특히 Figure 10(c)를 보면 AAC 함량 11 wt%, 충전제 함량 12 phr인 접착테이프의 젖음성이 약 40% 이상임을 보여준다. 따라서 앞에서 고찰한 것과 같이 AAC 함량이 많을수록 젖음성이 낮으며, 충전제 함량에 따른 거동은 AAC 함량변화와는 다르게 AAC 함량이 8 및 11 wt%인 조건에서 충전제 함량이 많을수록 젖음성이 증가함을 보였다. 이 결과로부터 AAC 함량 8-11 wt%일 때 충전제 SiO₂가 접착테이프 내부에서 응집력을 높여 충전제 함량이 높아짐에 따라 이러한 응집력이 더 발휘되어 높은 젖음성을 보이는 것으로 생각된다.²¹⁻²³

AAC 함량 및 SiO₂ 함량에 따른 접촉각 변화. UV 조사에 의해 경화된 접착테이프는 일반적으로 고분자 사슬이 망상구조로 형성되어 있어서 용제건조형 접착테이프의 표면보다 강직하다.^{24,25} 본 연구에서는 준구조형의 고강도 접착물성을 발현시키고자 공단량체로 AAC를 사용하였으므로 내부구조 특성뿐만 아니라 표면특성이 AAC 함량 및 충전제 함량에 따름을 앞에서 고찰하였다. 따라서 이러한 특성을 보다 면밀히 관찰하기 위해 각각의 샘플 표면에 미세 물방울을 적하시켜

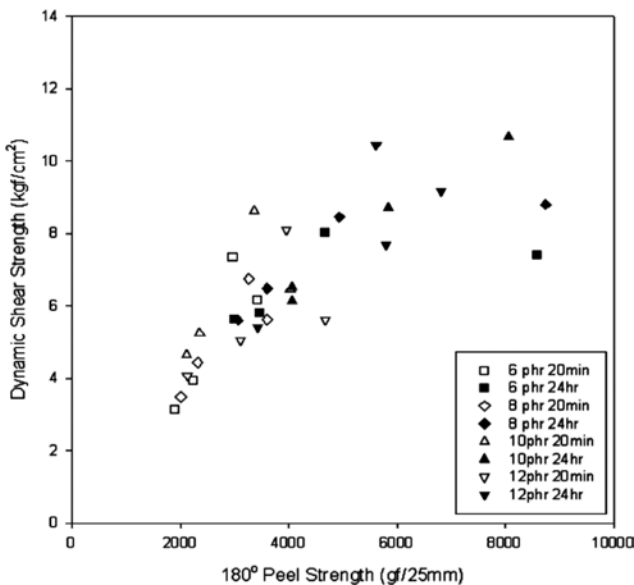


Figure 8. Relationship of peel strength and dynamic shear strength on various SiO₂ contents after wetting times of 20 min and 24 hr.

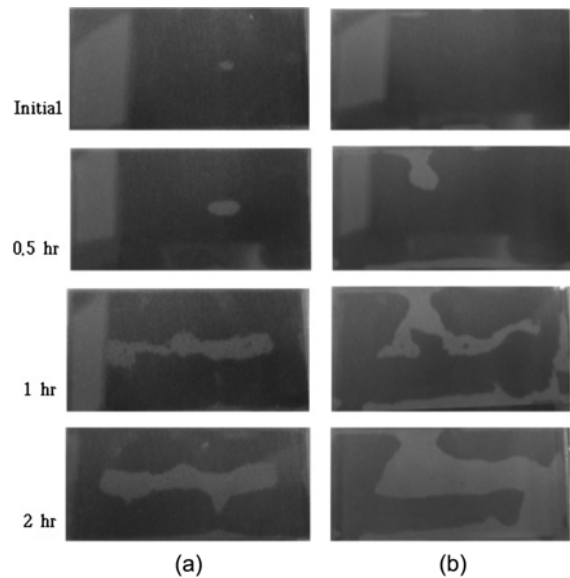
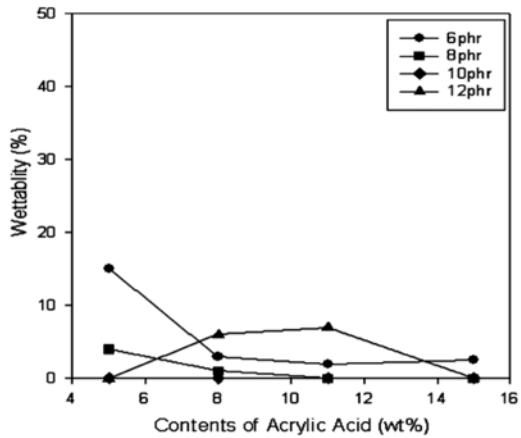


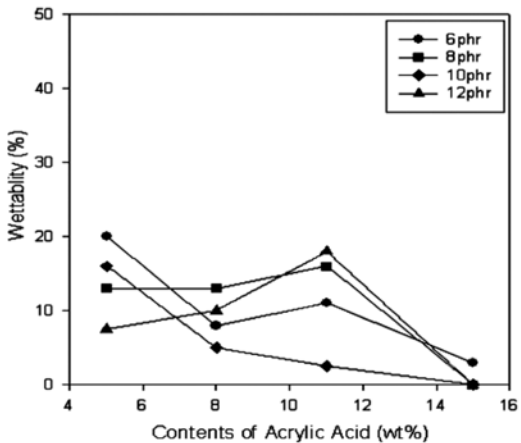
Figure 9. Effects of wetting time of PSA tape on ACC content 11 wt%: (a) SiO₂ 6 phr; (b) SiO₂ 12 phr.

표면에서의 접촉각을 측정하였다.

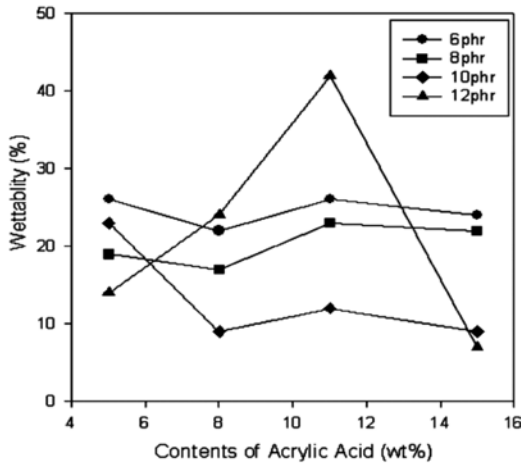
Figure 11은 그 결과를 나타낸 것으로 Figure 11(a)는 충전제를 첨가하지 않은 AAC 함량 변화에 따른 접촉각의 변화 결과인데 AAC 함량이 증가할수록 미세하게 접촉각이 증가



(a)



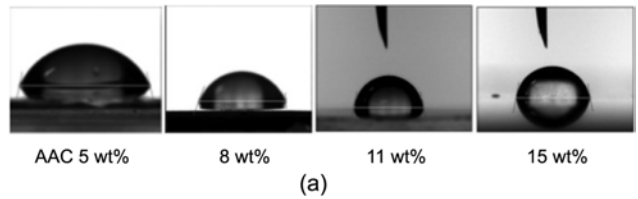
(b)



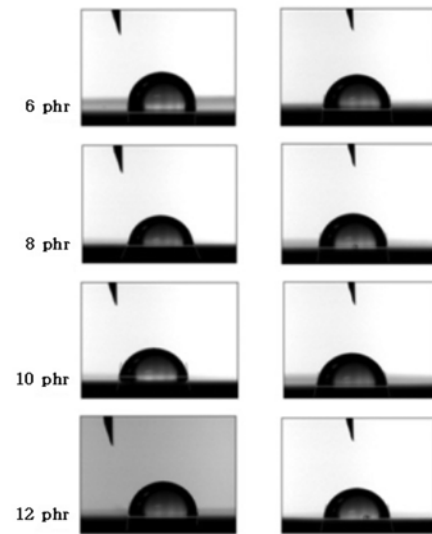
(c)

Figure 10. Effects of AAC and SiO₂ contents on wettability: (a) 0.5 hr; (b) 1 hr; (c) 2 hr.

함을 알 수 있었고, Figure 11(b) 및 Figure 11(c)는 AAC 함량이 각각 8 및 11 wt%인 점착테이프의 충전제 함량에 따른 접촉각을 찍은 사진으로 Figure 11(a)와 마찬가지로 육안으로 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 변화를 구체적으로 고찰하고자 Figure 12에 각각의 조건에서 측정된 접촉각 변화



(a)



(b)

(c)

Figure 11. Effects of AAC and SiO₂ contents on surface contact angle of UV PSA tape: (a) Without SiO₂; (b) AAC 8 wt% with SiO₂; (c) AAC 11 wt% with SiO₂.

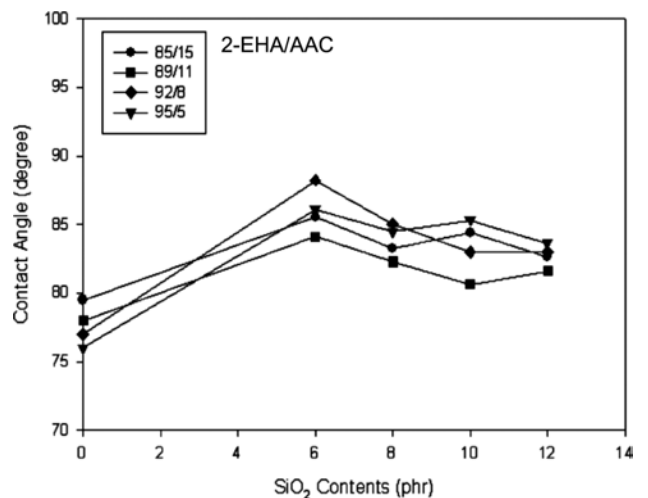


Figure 12. Effects of AAC and SiO₂ contents on contact angle.

를 다시 나타내었다. 충전제를 첨가하지 않은 경우 AAC 함량이 적을수록 접착각이 낮아졌다. 충전제를 넣지 않고 경화시킨 점착테이프의 접착각은 AAC 함량이 많을수록 증가하였으나 충전제를 첨가한 것보다 전체적으로 낮았다. 반면에 충전제를 첨가하면 접착각이 증가하는데 이것은 SiO₂의 Si 성분에 의한 것으로 유추할 수 있으며, 무기물 충전제의 Si 특성이 아크릴 고분자 표면에 많이 발현되어 접착각이 높아지게 된 결과로 생각할 수 있다. 또한 충전제 함량 증가에 따라 6 phr에서 가장 높은 접착각을 보이는 것은 상대적으로 적은 양의 충전제를 사용하였으므로 점착테이프 제조 시 UV에 의한 경화반응 시 아크릴 고분자의 분자량이 더 높고 치밀한 망상구조로 경화되어 접착각이 가장 높게 나타난 것으로 생각된다. 이러한 특성은 앞에서 고찰한 것과 같이 표면특성과 관련된 박리강도가 충전제 6 phr에서 가장 낮은 이유이기도 하다.

접착각이 낮아지면 표면에너지가 높아지는데 이것은 아크릴 고분자 사슬의 유연성이 증가하여 기인한 결과로 볼 수 있다. 즉 충전제가 많을수록 짧은 고분자 사슬이 많아지므로 표면에너지가 증가하게 되어 큰 차이는 아니지만 충전제를 많이 첨가할수록 점착테이프의 젖음성 및 접착력이 보다 높게 발현될 수 있음을 알 수 있었다.

AAC 및 SiO₂ 함량에 따른 점착테이프 단면구조. 일반적으로 점착테이프의 접착력에 영향을 주는 요인은 코팅두께, 젖음시간, 기재의 특성 등이다. 본 연구에서는 점착테이프의 코팅두께를 1000 μm로 고정시키고 젖음시간 및 기재와 같은 물리적 특성에 AAC 및 충전제 첨가에 따른 아크릴 고분자의 화학적 특성이 접착력에 어떤 영향을 미치는가 고찰하였다.

Figure 13은 AAC 함량 및 충전제 함량에 따른 점착테이프의 단면을 SEM으로 측정하여 나타낸 것이다. AAC 함량이

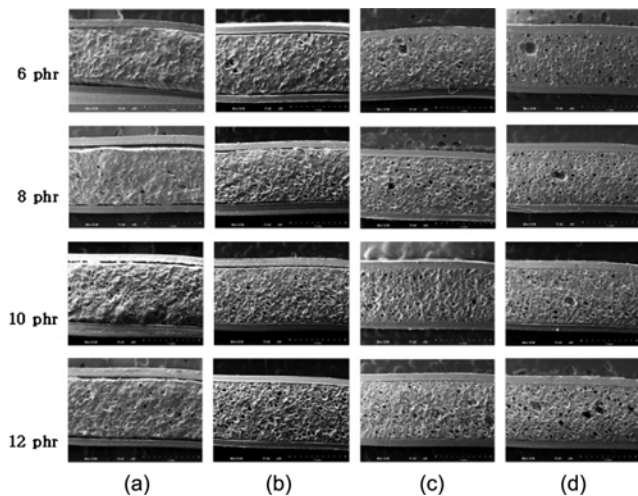


Figure 13. Cross sectional morphology of various UV PSA tapes: (a) AAC 5 wt%; (b) AAC 8 wt%; (c) AAC 11 wt%; (d) AAC 15 wt%.

많을수록 점착테이프를 구성하는 아크릴고분자 사슬이 강직해져 초기 적용시간에 젖음특성 및 박리강도가 낮아졌는데 SEM을 이용한 점착테이프의 단면 모폴로지를 통해 이를 확인할 수 있었다. 전체적으로 AAC 함량이 많은 조건에서 충전제에 의한 pore가 뚜렷하게 나타났으며, AAC 함량이 적은 고분자 사슬이 유연해져 절단된 pore가 함몰되어 나타났다. 충전제 함량이 증가함에 따라 pore의 수가 증가하였으며 AAC 함량이 많을수록 SiO₂ 입자보다 큰 pore가 존재하였는데 이것은 Figure 2에서 고찰한 것과 같이 충전제 투입 후 교반 중에 혼입된 미세기포에 의한 것으로 생각되며 이러한 pore의 존재로 인해 충전제 첨가에 따라 밀도 값이 예상보다 더 낮게 나타난 것을 SEM 이미지를 통해 확인할 수 있었다.

결론

본 연구는 2-EHA와 AAC에 광개시제를 첨가하여 UV 조사에 의해 공중합시킨 pre-polymer에 충전제 SiO₂ 입자를 첨가하여 준구조형 아크릴 점착테이프를 제조하여 물성변화를 고찰하였다. 그 결과 충전제를 첨가하지 않은 점착테이프는 박리강도의 감소에 따른 전단접착강도의 증가로 반비례 관계를 보였으며, 충전제를 첨가하면 박리강도의 증가와 함께 전단접착강도도 증가하는 비례관계를 보였다. AAC 함량에 따른 결과는 함량이 많을수록 초기 적용시간에서의 박리강도는 고분자 사슬이 강직하여 낮게 나타났으며 젖음성, 접착각 측정 결과 및 SEM 이미지를 통해 알 수 있었다. 충전제 함량 증가에 따라 점착테이프의 밀도는 낮아졌으며, 또한 내부응집력은 AAC 함량에 따라 8~11 wt% 영역에서 우수한 접착물성을 보여주었고 젖음성도 가장 높게 나타났다. 충전제를 첨가하지 않은 점착테이프의 피착재-PC에서의 전단접착강도는 SUS에서의 값보다 월등히 높았으며, AAC 함량이 많을수록 높게 나타났다. 결과적으로 AAC과 충전제의 함량에 따른 UV형 PSA의 박리강도와 전단접착력과의 상관관계로부터 준구조형 점착물성을 필요로 하는 용도에 최적화된 아크릴 점착테이프의 적용을 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글: 본 연구는 경기도의 경기도지역협력연구센터 (GRRC) 사업의 일환으로 수행하였으므로 이에 감사드립니다 [GRRC단국 2012-C01].

참고 문헌

1. D. Satas, *Handbook of Pressure Sensitive Adhesive Technology*, 2nd edition, Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.
2. I. Bened, *Pressure-Sensitive Adhesive and Applications*, 2nd edition, Marcel Dekker, New York, 2004.
3. H. J. Choi, I. S. Park, and L. Jang, Korea Patent 100852887 (2008).

4. I. H. Cho, Korea Patent 1020080109275 (2008).
5. H. S. Do, S. E. Kim, and H. J. Kim, *Preparation and Characterization of UV-Crosslinkable Pressure-Sensitive Adhesives in Adhesion-Current Research and Applications*, Wiley-VCH, Weinheim(Germany), 2005.
6. H. S. Joo, Y. J. Park, H. S. Do, H. J. Kim, S. Y. Song, and K. Y. Choi, *J. Adhes. Sci. Technol.*, **21**, 5758 (2007).
7. H. S. Do, Y. J. Park, and H. J. Kim, *J. Adhes. Sci. Technol.*, **20**, 1529 (2006).
8. Z. Czech and R. Milker, *Mater. Sci.-Poland*, **23**, 1015 (2005).
9. H. S. Do, S. E. Kim, and H. J. Kim, *Adhesion-Current Research and Applications*, W. Possart, Editor, Chapter 17, Wiley-VCH, Weinheim (Germany), 2005.
10. A. Pizzi and K. L. Mittal, *Adhesive Technology and Applications*, Marcel Dekker, New York, 2003.
11. A. J. Kinloch, *Adhesion and Adhesive: Science and Technology*, Chapman and Hall, New York, 1987.
12. ASTM D 3330-96, Standard Test Method for Peel Adhesion of Pressure Sensitive Tape at 180° Angle (1997).
13. J. Feng, C. Lu, L. Zhu, P. Wang, V. Tan, Q. Zhang, S. Teng, S. H. Patel, M. Young, and C. G. Gogos, *Adv. Polym. Technol.*, **26**, 272 (2007).
14. P. Hajji, L. David, J. F. Gerard, J. P. Pascault, and G. Vigier, *J. Polym. Sci. Part B: Polym. Phys.*, **37**, 3172 (1999).
15. L. M. Liu, Z. N. Qi, and X. G. Zhu, *J. Appl. Polym. Sci.*, **71**, 1133 (1999).
16. H. Kaddami, J. F. Gerard, P. Hajji, and J. P. Pascault, *J. Appl. Polym. Sci.*, **73**, 2701 (1999).
17. T. C. Chang, Y. T. Wang, Y. S. Hong, and Y. S. Chiu, *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.*, **38**, 1772 (2000).
18. M. C. Park, I. S. Seo, M. C. Lee, H. S. Shin, and J. J. Lim, *Polymer(Korea)*, **23**, 625 (1999).
19. H. C. Son, H. G. Kim, D. H. Lee, and K. E. Min, *Polymer(Korea)*, **32**, 313 (2008).
20. J. W. Park, S. W. Lee, H. J. Kim, D. B. Won, D. B. Kim, K. S. Lee, H. S. Woo, and E. A. Kim, *J. Adhesion and Interface*, **12**, 81 (2011).
21. P. Tordjeman, E. Papon, and J.-J. Villenave, *J. Chem. Phys.*, **113**, 10712 (2000).
22. N. Morel, Ph. Tordjeman, J. Duwattez, and E. Papon, *J. Colloid Interf. Sci.*, **280**, 374 (2004).
23. I. M. Cho, H. G. Kim, D. H. Han, J. C. Lim, and K. E. Min, *Polymer(Korea)*, **34**, 226 (2010).
24. Z. Czech, *J. Appl. Polym. Sci.*, **81**, 3212 (2001).
25. Z. Czech and R. Milker, *J. Appl. Polym. Sci.*, **87**, 182 (2003).